CARTILLA SENA ACUAPONIA-COLCIENCIAS

Book · December 2017

2 authors:

Jhon Jairo Ruiz Salazar
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Manuel jose Peña
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA


Centro Agroindustrial
SENA
1era. edición
Validación de Modelos
ACUAPÓNICOS
En el Quindío





Peña Osorio, Manuel José.
Validación de modelos acuaponicos en el Quindío, Manuel José Peña Osorio /John Jairo Ruiz Salazar. Armenia, Colombia. Servicio Nacional de aprendizaje 2017.
20 p. 21.5 x 14 cm
ISBN:
Incluye bibliografía

1. Acuicultura
2. Hidroponía
3. Biomasa

SERVCIO NACIONAL DE APRENDIZAJE
-SENA-

Autores
Manuel Jose Peña Osorio
Administrador de empresas Agropecuarias
Esp. Agroecología Tropical Andina

Jhon Jairo Ruiz Salazar
Administrador de empresas,
Esp. Gerencia de negocios internacionales

ISBN: 978-958-15-0316-2

Servicio Nacional de Aprendizaje ®

Para citar esta cartilla:

- Peña-Osorio Manuel Jose, Ruiz-Salazar J. J. (2017). Validación de modelos acuapónicos en el Quindío. Armenia,-Quindío, Servicio Nacional de Aprendizaje –SENA-, 20 p.



TABLA DE CONTENIDO



INTRODUCCIÓN

La baja productividad piscícola en sistemas tradicionales en el departamento del Quindío es en promedio de 2.5 Kg/m3, aunque es muy ineficiente debido al desperdicio de recursos y el uso inadecuado del patrimonio hídrico por la contaminación generada por sobrecarga de lodos y residuos contaminantes. Por lo cual se deben introducir sistemas ambientales donde se prevenga y minimicen estos impactos ambientales negativos con el reto de seguir generando ganancias tanto en el aumento de la productividad y aprovechamiento de los residuos del sistema (Gobernación del Quindío, 2015)

La acuaponía es una tecnología que combina la producción hidropónica de plantas y la producción acuícola de peces en un sistema agropecuario sostenible que utiliza ciclos biológicos naturales para suministrar nitrógeno y minimiza el uso de recursos no renovables, proporcionando así beneficios económicos que pueden aumentar con el tiempo (Bernal, M. G., & Soto, R. Z., 2008).

La acuaponía permite la optimización del recurso hídrico, Dado que es un sistema de recirculación de agua, en el que interactúan la producción animal y la vegetal, adicional reduce el consumo y perdida del agua por evaporación y lo absorbido por las plantas, por tanto, resulta más amigable con el medio ambiente (Rafiee, G. ft.; & Saad, C. R., 2006).

En la presente publicación, se hará una recopilación de los diferentes procesos a desarrollar para la construcción de un modelo acuapónico, que se ajuste a las necesidades de los pequeños y medianos productores y los eleve a condición productiva de manera comercial y se presentará como modelo los resultados preliminares de los diferentes ensayos que se han realizado en las instalaciones del centro agroindustrial regional Quindío, derivados de los proyectos de investigación aplicada e innovación financiados a través de los recursos de la estrategia SENNOVA.

JUSTIFICACIÓN

La acuaponia es un método que se encuentra en vías de crecimiento, divulgación y desarrollo, y son cada vez más los países que lo están implementando gracias a la optimización del recurso hídrico que se logra, ya que al ser un sistema de recirculación de agua, por ello resulta más ecológico.

Cuyos Beneficios son:

- Disminución del agua utilizada y de los fertilizantes en las plantas.

- Uso racional del recurso suelo al aumentar la productividad por área con mínima excavación.

- El agua es re-usada a través de filtración biológica y la recirculación.

- Aumento de la bioseguridad, quiere decir que existe un mejor control de posibles patógenos que pueden provenir del agua que utilicemos.

- Disminución de contaminantes, debido a que se reduce considerablemente la eliminación de compuestos nitrogenados a las fuentes de agua, evitando así la eutrofización.

- Los productos de desechos de un sistema biológico sirve como nutrientes para un segundo sistema biológico.

- La producción local de alimentos provee acceso a alimentos más saludables e incrementa la economía local.

- No se requiere tratar los residuos de los peces como en la acuicultura.



ANTECEDENTES

La revolución azul de la cual la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO- y el Banco Mundial vienen hablando en los últimos 10 años, de procesos amigables con el medio ambiente, esto la fiel radiografía de las cifras que tenemos hoy de pesca y acuicultura en Colombia.

La acuicultura ha comenzado a superar la pesca desde el año 2012 y la Piscicultura Continental con la producción de Tilapia, Trucha y Cachama son los líderes de dicho crecimiento. El Banco Mundial en su última publicación en marzo de 2014 ¨Pescado para el 2030¨predice que el 62% del pescado procederá de la acuicultura en el año 2030, y pronostica que el crecimiento más rápido en cuanto especies se dará en tilapia, carpa y bagre (pez gato). De hecho las previsiones apuntan que la producción mundial de tilapia casi se duplique, de 4,3 millones de toneladas a 7,3 millones de toneladas anuales entre 2010 y 2030 (Bonilla, 2014).

Podemos afirmar que la piscicultura en el Quindío empezó a tomar auge, a partir del sismo del 25 de enero de 1999; inicialmente, como mecanismo de seguridad alimentaria, principalmente en los municipios de cordilleras donde a esa fecha se encontraban aproximadamente 240 estanques (Datos de S.D.E.R.A.) con áreas promedio entre 50 y 100 metros cuadrados.

Según datos contenidos en el Documento de Evaluaciones Agropecuarias 2011, se estima que en el Departamento existen aproximadamente 632 estanques, con una producción aproximada de 124 ton/año, entre Mojarra Roja y Plateada, Trucha y Cachama. Esta producción es comercializada principalmente de manera directa, con vecinos, amigos y clientes locales ya para el 2012 la CCI Y MADR el Quindío con una producción de 7,4 ton/1er semestre de tilapia, 1,2 ton/1er semestre.

Los productos pesqueros consumidos en el Departamento del Quindío, son importados de países como Argentina, Chile y Ecuador (80%). El 20% restante es comprado a productores del Departamento del Valle. Ya que la producción de las asociaciones que vienen adelantando la producción piscícola, no suplen la demanda interna del departamento , teniendo en cuenta que las producciones promedios son menores de 1 ton y esta producción se queda en las veredas de los municipios con déficit en los mercados urbanos. De acuerdo a los estudios de mercado en el departamento del Quindío se comercializan 14 toneladas mensuales de mariscos y pescado en los principales supermercados, como lo son súper inter, olímpica, pez mar, costa azul, pescamar.

En el Departamento del Quindío la actividad piscícola inició como una alternativa de seguridad alimentaria con promedios productivos de 2,5Kg de pescado por m3. Se pretende que la actividad piscícola pase de ser solamente seguridad alimentaria a ser un negocio rentable mediante el aumento de la productividad a 19 Kg de pescado por m3 implementando paquetes tecnológicos eficientes acorde con la agenda de competitividad propuesta para el sector Acuícola nacional.

La tendencia del sector piscícola en el departamento del Quindío, paso de 772 estanques con una producción de 135 ton (2004) a 632 estanques con una producción de 124 ton/año (2011), reflejando que para el año 2010 con una producción de 126 ton/año y un área Departamental de 48.626 m2 de espejo de agua y para el año 2011 un área de 44.941 m2 de espejo de agua, con una variación del -7,58. La demanda de pescado viene siendo suplida por otros Departamentos, el consumo promedio mensual local es de 13,5 toneladas de pescado, lo cual solo se produce alrededor de 10% (1,3 tn) dentro de la región,

ACUICULTURA

La acuicultura es el cultivo de organismos acuáticos tanto en zonas costeras como del interior que implica intervenciones en el proceso de cría para aumentar la producción.

Es probablemente el sector de producción de alimentos de más rápido crecimiento y representa ahora casi el 50 por ciento del pescado destinado a la alimentación a nivel mundial.

La acuicultura en Colombia se inició a finales de los años 30 del siglo pasado, cuando fue introducida la trucha arco iris *Onchorhynchus mykiss*, con el fin de repoblar las lagunas de aguas frías de la región andina con una especie íctica de mayor valor económico que las nativas. Posteriormente, a finales de los 70 se introdujeron las tilapias *Oreochromis* sp. y a principios de los años 80 se iniciaron trabajos con algunas especies nativas, principalmente con las cachamas blanca *Piaractus brachypomus* y negra *Colossoma macropomum*, con el fin de fomentar actividades encaminadas a diversificar las fuentes de ingreso de los pequeños productores campesinos.

A mediados de la década de los 80 se iniciaron procesos encaminados a formar empresas acuícolas, primero en el cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei* y un poco más tarde con la piscicultura comercial con especies foráneas como las

tilapias, la trucha arco iris y la carpa común *Cyprinus carpio* y con locales como las cachamas.

La producción de la acuicultura nacional en el 2011 fue de 82.733 toneladas, de las cuales más de la mitad correspondió a las tilapias roja y plateada, casi un 20% a las cachamas blanca y negra, cerca de un 7% a trucha, 10% a camarón, un poco más del 0,13% a cobia *Rachycentrum canadum* y el resto a otras especies nativas y exóticas.

Tradicionalmente la producción piscícola ha sido destinada al mercado nacional, pero a partir del 2008 las exportaciones se han ido incrementado considerablemente; por su lado, la producción de camarón de cultivo hasta ese mismo año fue principalmente para exportación, y a partir de entonces, por problemas asociados a reducción de precios en el exterior, ese mercado ha disminuido significativamente para la producción local.

La cantidad de acuicultores en el país se calcula en alrededor de 29.400, de los cuales, más del 99% son piscicultores y, de ellos, un poco más del 90% son Acuicultores de Recursos Limitados - AREL. La actividad aporta cerca del 0,7% del PIB nacional

La superficie dedicada a la piscicultura se calcula en 2.130 hectáreas.



Fuente:http://3.bp.blogspot.com/_RtloiAF2cmM/Sg7XHu28dlAAAAAAAOw/2unOBen9DC4/s400/11c.jpg



fuente propia

HIDROPONÍA

El término "hidroponía" tiene su origen en las palabras griegas "hidro" que significa agua y "ponos" que significa trabajo. O sea "trabajo en agua". La hidroponía es el arte de cultivar plantas sin usar suelo agrícola.

En los cultivos sin suelo, éste es reemplazado por un sustrato inerte donde los nutrientes (el alimento) que necesita la planta para vivir y producir son entregados en el riego. También son cultivos hidropónicos aquellos que se cultivan en agua con nutrientes.

En un sistema hidropónico se puede cultivar todo tipo de plantas como por ejemplo, hortalizas, flores, pasto para forraje, plantas ornamentales, condimentos etc.

Es una técnica de producción agrícola en la que se cultiva sin suelo y donde los elementos nutritivos son entregados en una solución líquida.



Fuente: http://curso-hidroponia.blogspot.com.co/2016/08/o-que-e-hidroponia.html



Fuente: http://www.revistahidroponia.com.br/admin/uploads/blog/28171/destaque-DSC_0408.jpg



Fuente: http://imagenes.flordeplanta.com.ar/wp-content/uploads/2013/11/hidroponia_raiz_flotante.jpg

ACUAPONÍA

Se conoce como acuaponía al sistema sustentable de producción de plantas y peces que combina la acuicultura tradicional (cría de animales acuáticos) como lo son el pescado, con la hidroponía (cultivo de plantas en agua) en un medioambiente simbiótico. En la acuacultura los desechos biológicos se acumulan en el agua incrementando la toxicidad para los peces y otras especies acuáticas. Ésta agua es dirigida al sistema hidropónico donde es filtrado por las plantas que utilizan los nutrientes, dejando así el agua lista para ser recirculada hacia los animales. El término acuaponía es una contracción de las palabras "hidroponía" y "acuicultura".

Los sistemas Acuapónicos varían en tamaño desde pequeñas unidades interiores o exteriores hasta grandes unidades comerciales que utilizan la misma tecnología. Los sistemas comúnmente contienen agua fresca, pero sistemas de agua salada también son factibles dependiendo en el tipo de animal acuático y en qué tipo de plantas pertenecen al sistema La ciencia de la acuaponía puede considerarse que está en etapas tempranas.

La acuaponía consiste de dos partes principales: la acuicultura para criar animales acuáticos y la hidroponía para cultivar plantas. Los desechos acuáticos resultantes de alimentos no comidos o por criar animales como peces, se acumulan en el agua por el sistema cerrado de recirculación de la mayoría de los sistemas de acuicultura. Las aguas de descarga ricas en efluentes y en altas concentraciones pueden ser tóxicas para los animales acuáticos, pero éstos son nutrientes

esenciales para el crecimiento de las plantas. Aunque primordialmente consiste de dos partes, los sistemas de acuaponía son comúnmente agrupados en diferentes componentes o subsistemas responsables de la remoción efectiva de desechos sólidos, de añadir químicos base para la neutralización de ácidos, o de mantener el agua aireada y con oxígeno. Los componentes típicos incluyen:

Tanque de crianza: el tanque donde crecen y se alimentan los peces

Remoción de sólidos: una unidad para quitar los alimentos no comidos y la biopelícula desprendida, y para sedimentos finos

Bio-filtro: un lugar donde la bacteria de nitrificación puede crecer y convertir amoníaco en nitratos, que son usados por las plantas

Subsistemas hidropónicos: la parte del sistema donde las plantas crecen absorbiendo el exceso de nutrientes del agua

Sump: el punto más bajo del sistema donde el agua fluye y es bombeado de regreso a los tanques de crianza.

Dependiendo en la sofisticación y costo del sistema acuapónico, las unidades de remoción de sólidos, la infiltración, y los subsistemas hidropónicos puede que sean combinados en una unidad o subsistema, lo que evita que el agua fluya directamente de la sección de acuicultura a la sección del sistema de hidroponía.



Fuente: propia

PROYECTO SENA
VALIDACIÓN DE MODELOS ACUAPONICOS EN EL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO

OBJETIVO GENERAL

Validar el modelo acuapónico como una alternativa para disminuir la contaminación hídrica por uso inapropiado en la producción piscícola en el Quindío.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la viabilidad del uso del agua residual del sistema intensivo de producción piscícola como fertilizante en procesos agrícolas.

Determinar los márgenes de producción de los modelos acuícolas e hidropónicos actuales frente a la propuesta tecnológica aplicada

Implementar un sistema que reduzca el deterioro del agua por uso inadecuado.

Materiales y métodos

Figura 1 metodología Layout del sistema

Con el presente proyecto se pretende la implementación de un modelo acuapónico eficiente con tecnología de punta que permita manejar altos niveles productivos y que sea replicable a pequeños y medianos productores del departamento, este modelo se desarrollara de acuerdo al diagrama presentado en la parte superior.

Se empieza a construir el diseño de Izquierda a derecha es decir, un reservorio de agua, el cual puede en ocasiones servir como alevinero o punto de recepción de los alevinos, luego los tanques de Geomembrana, el motor Blower, una caja de desagüe, que permita vaciar los tanques de los peces para su cosecha o de las camas de hidroponía según la necesidad, cada tanque o cada cama debe tener una llave de paso que permitan independizar las acciones que se realicen en estas. Además de esto debe contar con la instalación de la electrobomba de caudal que permitirá el funcionamiento del proceso recirculatorio de agua y la distribución uniformedelosnutrientesdeunladoalotro.

Para hacer más claro el proceso lo identificamos así:

PASO 1: se debe tener en cuenta es la selección de terreno, este debe ser un espacio lo suficientemente amplio para poder realizar el montaje, que tenga una buena nivelación con una pendiente no superior al 2%, que posea buena iluminación y que cuente con un acceso a fuente eléctrica e hidráulica, preferiblementecercaalacasaounainstalaciónproductiva.

PASO 2: Instalación de los Tanques de geomembrana: Estos Estanques albergaran los peces de producción y los mantendrán en condiciones óptimas durante todo su ciclo Productivo, se calcula que por cada metro de estanque de geomembrana se producirán hasta 19 kg de pez (aproximadamente 42 peces con peso promedio de 450 gramos en periodo de cosecha).



Fuente propia

PASO3: Construcción del Reservorio para Agua: el cual permitirá el almacenamiento de aguas lluvias, las cuales luego de oxigenarse y asentarse algunos sólidos, estarán listas para ser servidas en el proceso produc tivo. Este será conectado al tanque de Geomembrana y distribuirá agua faltante por procesos de decantación, absorción, limpieza yevaporación.



Fuente propia

PASO 4: Instalación de Camas ftidropónicas: Requeridas para la recirculación de agua, estas entregan nutrientes de su proceso y absorben los nutrientes del proceso acuícola. Estas camas

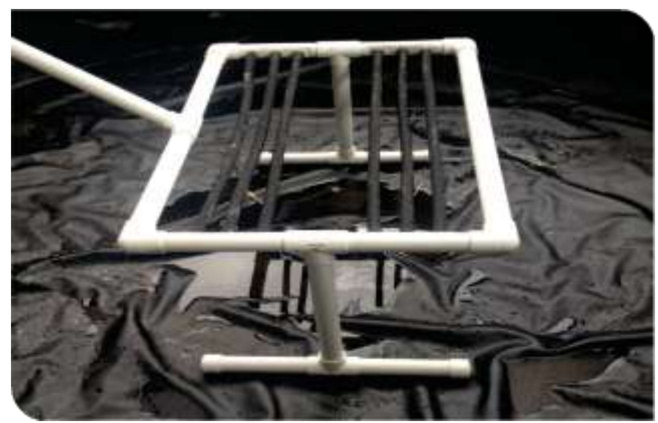


Fuente propia

serán flotantes de raíz desnuda y serán compensadas con elem entos mayores y menores de acuerdo a los análisis de agua, se calcula que por cada metro de cama flotante se pueden sembrar 16 plantas de fresa, sin que estas generen competencia o deficienciasnutricionales

PASO 5: Instalación de Ecoventuris® están ubicados dentro de los estanques y Permiten la oxigenación del agua para mantener los niveles adecuados de oxígeno disuelto requerido para el desarrollo de los peces, se recomiendan mínimo1pormetrocubicodeagua.

PASO 6: instalación de Parrillas y difusores de Agua: los cuales van ubicadas dentro de los tanques de geomembrana y Permiten una mayor permanencia de las partículasdeaguaenelaguayporendeunamejoroxigenaciónlacualesvital en el proceso acuapónico, se recomiendan que estas sean mínimo de un metro y se puedanretirarquincenalmenteparasumantenimientoylimpieza.



Fuente Propia



Fuente propia

PASÓ 7: Instalación de la Electrobomba de Caudal: esta se debe ubicar cerca a la instalación acuapónico pero protegida de las condiciones climáticas, y de ella se deben conectar los difusores, el blower y los ecoventuris, para que estos puedan Generar la circulación del agua durante todo el proceso de distribución hacia estanques y camas de hidroponía





Fuente propia

PASO 8: Montaje del Motor Blower, este va entre los tanques de acuaponia y las camas de hidroponía y Permite la distribución del agua en el proceso, además de mejorar las condiciones térmicas necesarias para el desarrollo tanto de los peces como de las plantas.



Fuente propia

PASO 9: Puesta En Marcha: una vez se han realizado todas las conexiones hidráulicas y eléctricas del proceso se produce a verificar la recirculación del agua, Esta prueba se puede hacer con algún reactivo de color o en caso de no poseer se puede usar unas gotas de azul de metileno y así se evalúa la distribución del agua tanto en los tanques como en las camas

PASO 10: Desinfección del tanque: esta se puede realizar con una vez verificado la recirculación de agua se procede a desinfectar adicionando formol a proporción de 50 ppm, la cual va a permitir la eliminación de bacterias que pudieran afectar el desarrollo de plantas y peces.

PASO 11: Fertilización del Agua: una vez verificado la recirculación de agua se procedeafertilizarelaguaparalarecepcióndelospecesestosepuedehacerde la siguientemanera:

Tabla 2. Formulación para la fertilización del sistema

FERTILIZANTES INORGÁNICOS	ABONO POR SEMANA
10- 30- 10	20 gramos
SUPERFOSFATO TRIPLE	20 gramos
UREA	20 gramos

FERTILIZANTE ORGANICOS	ABONO POR SEMANA
GALLINAZA	340 gramos
PORQUINAZA	1.400 gramos
BOVINAZA	1.200 gramos

El agua debe tomar una tonalidad verdosa clara lo que garantiza fitoplancton suficiente para el sostenimiento de los peces, luego de lograr esto no es necesaria la aplicación de fertilizantes.

PASO 12: para el óptimo desarrollo del modelo acuapónico se deben realizar mediciones regulares de los elementos contenidos en el agua, tales como oxígeno, Pft, Nitritos y Nitratos contenidos en el agua para esto utilizamos equipos tales como:



Oximetro para Agua, el cual es un medidor de los niveles de oxígenos del agua.

Kit de Análisis de Agua Necesario para la determinación de Pft, Nitritos y Nitratos contenidos en el agua

http://img.archiexpo.es/images_ae/photo-g/79815-



PASO 13: Desarrollo del proceso de cría de Peces Y Plantas: Los peces y las plantas se nutren bajo los parámetros determinados por procesos piscícolas y agrícolas, pero su confinamiento y los nutrientes aportados por las plantas permitirán que en un ciclo de 18 semanas se pueda realizar cosecha de peces con peso promedio de 450 gramos, así mismo en la parte hidropónica los nutrientes aportados por los peces permitirán una disminución de elementos de fertirrigación y se obtendrán cosechas en los tiempos establecidos según el cultivo pero con volúmenes y calidades más elevadas que el promedio regular.

Para la alimentación de los peces podemos tener en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 1 alimentación para peces

TABLA DE ALIMENTACION PARA 1000 PECES - AGUAS CALIDAS				
EDAD (SEMANA)	PESO PECES (Grs)	ALIMENTO (Grs/Dia)	RACIONES/DIA	PORCENTAJE DE PROTEINA
1 y 2	5	350	6 a 8	43% O 45%
3 y 4	10	500		
5 y 6	50	2000	4 a 6	32% O 38%
7 y 8	75	2500		
9 a 12	150	3300		
13 a 15	180	3500	4	30%
16 a 18	250	3800		
19 a 21	350	4100	4	25%
22 a 24	450	4500		
25 a 28	550	5500		

ALGUNOS PECES RECOMENDADOS	
HABITAT	NOMBRE COMUN
20 Gº C Y 32 Gº C	TILAPIA ROJA - PLATEADA
22 Gº C Y 34 Gº C	CACHAMA - BOCACHICO
14 Gº C Y 32 Gº C	CARPA COMUN – ESPEJO – NEGRA - ROJA

UBICACIÓN

El modelo que estamos implementando será ubicado inicialmente en la Finca "la Sirenita" del Centro Agroindustrial SENA, Regional Quindío, el área es de pendiente moderada, y las condiciones climáticas, son de 1560 msnm, Temperatura de 18°C a 24 °C Humedad del 65% aproximadamente y Radiación solar DE 65 HORAS/DIA



Fuente Propia

IMPACTOS

El estado actual a la fecha de elaboración de esta cartilla del modelo acuapónico es en instalación, por tanto no podemos ofrecer resultados concretos de la validación del modelo acuapónico, pero de acuerdo a todo lo investigado y revisado podemos inferir que es una alternativa viable y que será determinante en el futuro de los proceso acuícolas e hidropónicos a pequeña y mediana escala

Económico

Incremento significativo de la productividad piscícola en el Quindío, al implementar un modelo Replicable, que permita el abastecimiento local de pescados de un 10% a un 80%

-existen 15 asociaciones piscícolas y 700 piscicultores activos los cuales tienen manejo ineficiente en la actividad aunque es una actividad muy rentable, la piscicultura se ha convertido en otra alternativa de ingresos complementaria a los cultivos de café y plátano.

Social

-Asegurar la empleabilidad que genera este renglón de producción

-Opciones para que los campesinos tengas otra opción de ganar rentabilidad

-La producción integra al joven en la sociedad. Un campesino se comprende y realiza como productor, pues la producción es su manera de contribuir a la construcción del país, que lleve su producción al mercado o que la limite a alimentar a su familia.

Ambientales

-Un mejoramiento del recurso de suelo a disminuir áreas de productivas por aumento de la productividad y disminución de impactos en el suelo por excavación

-Disponibilidad de alimentos: al ser un sistema conjunto de producción de peces y vegetales permite Que la producción de ambas sea de manera constante. Permite el abastecimiento constante de los recursos sembrados y cosechados que la produzcan siendo en este caso un cultivo modelo para personas de escasos recursos.

RESULTADOS ESPERADOS

- validar sistemas Acuapónico como modelo productivo con pequeños productores.

- mejorar las condiciones de productividad y de manejo ambiental del agua servidas en piscicultura.

- incremento de la actividad piscícola en el departamento.

- Modelo acuapónico en la zona diagnostica para producción 250 kg de pescado por ciclo a cada 16 semanas y 25kl fresas semanales en sistema acuapónico.

- Identifica la rentabilidad del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Axelrod Herbert R. Warren E. Burgess, Neal Pronek, Glen S. Axelrod, David E. Boruchowitz (2002). Enciclopedia de peces de acuario de agua dulce Editorial Hispano Europea S.A. España. 1008 p.

Bernal, M. G., & Soto, R. Z. (2008). *Sistemas de producción mixta hortícola acuícola. Facultad de ingeniería. Universidad de Querétaro. México*, *117*(3), 241-248.

Gobernación del Quindío (2015). Evaluaciones agropecuarias municipales. Departamento del Quindío. Informe Agropecuario Años 2014-2015. Armenia, Quindío. Gobernación. 111 pag.

Losordo, T.; Masser, M. P. & Rakocy, J., (1998). Recirculating Aquaculture Tank Production Systems: An Overview of Critical Considerations. Southern Regional Aquaculture Centre Publication No 451. Southern Regional Aquaculture Centre, USA.

Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega-Lara, A., Usma, J. S., Galvis, G., Villa-Navarro, F. A., Vásquez, L., & Ardila, C. (2005). Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, DC.

Masser, M. P.; Rakocy, J. E. & Losordo, T. M., (1999). Recirculating aquaculture tank production systems: management of recirculating systems. Southern Regional Aquaculture Centre Publication No 452. Southern Regional Aquaculture Centre, USA.

Ramírez Gil, H., & Martínez, A. (2001). *La pesca en la baja Orinoquia Colombiana: una visión integral*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá (Colombia) Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, Bogotá (Colombia).

Ramírez Santos, Alberto, González Restrepo, C., & Pérez Preciado, A. (2004). Gran Atlas y Geografía de Colombia. Bogotá: Intermedio Editores.

Rafiee, G. ft.; & Saad, C. R., (2006). The Effect of Natural Zeolite (Clinoptiolite) on Aquaponic Production of Red Tilapia (*Oreochromis* sp.) and Lettuce (*Lactuca sativa* var. Longifolia), and Improvement of Water Quality. Journal of Agriculture Science and Technology. 8:313-322.

Rakocy, J. E.; Bailey, D. S.; Shultz K. A. & Cole, W. M., (1997). Evaluation of a commercial scale aquaponic unit for the production of tilapia and lettuce

Ridha, M. T. (2006). Comparative study of growth performance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L. at two stocking densities. *Aquaculture Research*, *37*(2), 172-179.

Sanabria, A (2004). Catálogo de las principales especies de peces ornamentales de Colombia especies de interés comercial, CD, INCODER, Instituto Colombiano de desarrollo rural.



ISBN: 978-958-15-0316-2
9 789581 503162

Catalogación en la publicación. SENA Sistema de Bibliotecas

Peña Osorio, Manuel José
Validación de modelos acuapónicos en el Quindío / Manuel José Peña Osorio, John Jairo Ruiz Salazar. -- 1era edición. -- Armenia : Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro Agroindustrial, 2017.

20 páginas : fotografías.

Referencias bibliográficas: página 19
Contenido: Acuicultura -- Hidroponía -- Acuaponia -- Proyecto SENA.
ISBN 978-958-15-0316-2

1. Acuicultura--Quindío (Colombia)--Investigaciones 2.Pisicultura--Quindío (Colombia)--Investigaciones I. Ruiz Salazar, Jhon Jairo II. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)

CDD: 639.8072